

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-012471

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

C23C 16/50

H01L 31/04

(21)Application number : 10-194966

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL
ANELVA CORP
KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD
SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.06.1998

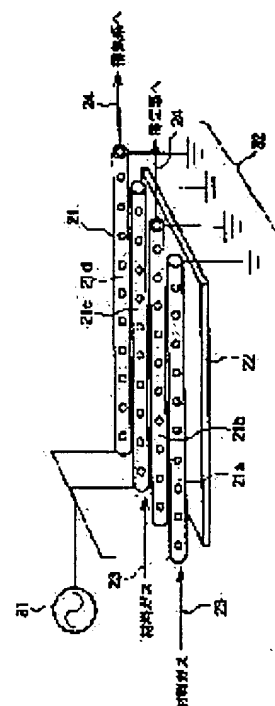
(72)Inventor : MATSUDA AKIHISA
WATABE YOSHI
YAMAGISHI HIDEO
KONDO MASATAKA
HAYAKAWA HISASHI

(54) PLASMA CVD SYSTEM, AND SOLAR CELLS AND PLASMA CVD METHOD MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a high quality amorphous silicon thin film on a large area substrate by quickly removing a higher-order silane gas, etc., generated during film deposition from a reaction region and forming the film under the same conditions at any positions on the surface of the substrate on which a film is formed.

SOLUTION: A substrate 22 is placed in a reaction chamber where a vacuum is maintained. A material gas is supplied in a space, in front of the surface of the substrate 22 on which a film is formed, and a plasma is generated by performing discharge excitation using high-frequency power. An amorphous silicon thin film is formed on the substrate 22 by chemical vapor deposition. Furthermore, in the space in front of the substrate 22 is provided an electrode part, consisting of tubular electrodes 21a and 21c for supplying a material gas through a plurality of gas discharge ports and tubular electrode 21b and 21d for sucking and exhausting the gas to the outside through a plurality of gas suction ports.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-12471

(P2000-12471A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/50		C 2 3 C 16/50	5 F 0 4 5
H 0 1 L 31/04		H 0 1 L 31/04	V 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-194966

(22) 出願日 平成10年6月25日 (1998.6.25)

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74) 上記1名の復代理人 100094020

弁理士 田宮 寛社 (外1名)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市西谷5丁目8番1号

(71) 出願人 000000941

鐘淵化学工業株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

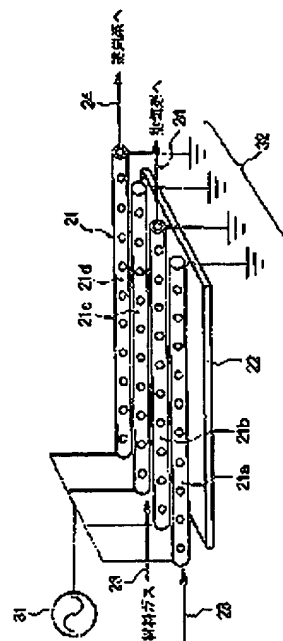
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置並びに太陽電池およびこれを作製するプラズマCVD方法

(57) 【要約】

【課題】 成膜中に生じた高次シランガス等を速やかに反応領域から取り除き、基板の成膜すべき面のいずれの箇所でも同じ条件で成膜を行い、大面積の基板に高い膜品質のアモルファスシリコン薄膜を形成する。

【解決手段】 真空状態に保持された反応容器内に基板22を配置し、基板の成膜すべき面の前面空間に材料ガスを供給し高周波電力で放電励振を行ってプラズマを生成し化学気相成長により基板にアモルファスシリコン薄膜を形成する。さらに基板の前面空間に、複数のガス吐出口を通して材料ガスを供給する管状電極21a、21c と、複数のガス吸入口を通してガスを吸入し外部へ排気する管状電極21b、21d とからなる電極部21が設けられる。



(2)

特開2000-12471

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空ポンプで所定の真空状態に保持された反応容器内に基板を配置し、前記基板の成膜すべき面の前面空間に材料ガスを供給し高周波電力で放電励振を行ってプラズマを生成し化学気相成長により前記基板に薄膜を形成するプラズマCVD装置において、複数のガス吐出口を有しかつこれらのガス吐出口を通して前記前面空間に前記材料ガスを供給するガス供給体と、複数のガス吸入口を有しかつこれらのガス吸入口を通して周辺のガスを吸入し外部へ排気するガス排気体とを設け、前記複数のガス吐出口と前記複数のガス吸入口は、個々のガス吐出口とガス吸入口が接近するように配置され、前記ガス供給体と前記ガス排気体は、前記高周波電力が供給され、電極として構成される、ことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 前記ガス供給体は前記基板に実質的に平行な仮想平面の上に配置される複数の直線状管体で構成され、前記ガス排気体は前記仮想平面の上に配置される複数の直線状管体で構成され、ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体は実質的に平行に交互に配置され、前記ガス吐出口と前記ガス吸入口は対向して配置されることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項3】 ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体は梯子形態を有するように構成されていることを特徴とする請求項2記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】 前記基板は2枚用意され、2枚の基板は平行に配置され、ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体が配置される前記仮想平面は、前記2枚の記基板の中間位置に設定されることを特徴とする請求項2または3記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】 ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体からなる構造体の両側に前記基板を配置した構成を1つのユニットとし、このユニットを多層に設けて積層構造を構成し、前記基板の各々の背面側にヒータを設けるようにしたことを特徴とする請求項4記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】 ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体の各々の高周波電流経路長は放電励振用の前記高周波電力の励振波長の1/2の自然数倍であることを特徴とする請求項2～5のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項7】 前記基板の配置方向と、ガス供給用の前記複数の直線状管体とガス排気用の前記複数の直線状管体が配置される前記仮想平面の方向は、鉛直であること

2

【請求項8】 前記ガス供給体は前記基板に実質的に平行な仮想平面の上に配置されかつ同心的位置関係にある複数の環状管体で構成され、前記ガス排気体は前記仮想平面の上に配置されかつ同心的位置関係にある複数の環状管体で構成され、ガス供給用の前記複数の環状管体とガス排気用の前記複数の環状管体は同心的位置関係を保持して交互に配置され、前記ガス吐出口と前記ガス吸入口は個々に対向して配置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項9】 前記基板は2枚用意され、2枚の基板は平行に配置され、ガス供給用の前記複数の環状管体とガス排気用の前記複数の環状管体が配置される前記仮想平面は、前記2枚の基板の中間位置に設定されることを特徴とする請求項8記載のプラズマCVD装置。

【請求項10】 放電を励振する前記高周波電力の供給が間欠的に行われることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のプラズマCVD装置。

【請求項11】 基板が配置された反応容器内に材料ガスを供給し、高周波電力で放電励振を行ってプラズマを生成して化学気相成長により前記基板に薄膜を形成し、太陽電池を作製するプラズマCVD方法において、前記基板の前面空間の前記プラズマ中に前記材料ガスを供給して薄膜形成を行い、前記プラズマ中に生じた副生成物を、この副生成物の前記反応容器内での残留時間が短くなるように前記前面空間で吸引して排気し、前記副生成物が前記基板の前記薄膜に付着しないようにしたことを特徴とする太陽電池を作製するプラズマCVD方法。

【請求項12】 前記副生成物は高次シランガスまたはその粉状物であることを特徴とする請求項11記載の太陽電池を作製するプラズマCVD方法。

【請求項13】 プラズマを作り、材料ガスとしてシランガスを使用し、プラズマCVDにより基板の表面にアモルファスシリコン薄膜を堆積して作製される太陽電池であり、前記アモルファスシリコン薄膜における前記プラズマ中で生じた副生成物の付着量が低減されることを特徴とする太陽電池。

【請求項14】 前記副生成物は高次シランガスまたはその粉状物であることを特徴とする請求項13記載の太陽電池。

【請求項15】 請求項1～10のいずれか1項に記載されたプラズマCVD装置によって形成される薄膜を含んでなることを特徴とする太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマCVD装置並びに太陽電池およびこれを作製するプラズマCVD方法に関し、特に、太陽電池や薄膜トランジスタなどに利

(3)

特開2000-12471

3

4

プラズマCVD方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大型基板にアモルファスシリコン薄膜を形成して太陽電池等を作る従来のプラズマCVD装置としては例えば特開平5-343338号公報に開示された装置がある。このプラズマCVD装置は、材料ガスを供給するカソード電極機構部と基板を搭載するアノード電極を有し、複数のカソード電極を平面的に設け、複数のカソード電極の裏面側のプラズマ非発生領域に、材料ガスを基板に対し供給する複数のガス供給管の噴出口を設け、さらに複数の排気口を噴出口の間に交互に設けている。複数の噴出口はプラズマが発生しない領域に設けられ、パウダーの発生を防止している。さらに複数の噴出口と排気口とは離れた位置に配置され、ガスを均一に拡散させている。関連する従来のプラズマCVD装置としては例えば特開平4-236781号公報、特開平7-330488号公報に開示される装置がある。特開平4-236781号公報のプラズマCVD装置は、放電用電極を梯子形態を有する平面形コイルで形成し、基板に平行に設置している。梯子型の平面形コイルは線材で形成されている。材料ガスは反応容器の一箇所に設けた反応ガス導入管で導入され、反応容器の内部の排気は反応容器の一箇所に設けた排気管で行われている。かかる平面形コイルによって電界の強度を高め、均一性を良好にしている。特開平7-330488号公報のプラズマCVD装置はアースシールドを備えた中空ラダー電極を基板に平行に配置した構成を有する。これにより電極近傍の電磁場強度が強い部分に反応ガスを供給しアモルファスシリコン薄膜の品質を高めている。また反応容器において、基板の周辺部に排気管が設けられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の一般的なプラズマCVD装置を用いて大きな面積（例えば550mm×650mm）の矩形基板の上にアモルファスシリコン薄膜を形成して太陽電池を作る場合、次のような問題が生じる。

【0004】従来のプラズマCVD装置で高速に薄膜形成を行うとすると、大きな電力を投入しなければならない。大きな電力を投入すると薄膜の品質が低下する。薄膜の品質低下は高密度プラズマ中で生成された高次シランが原因である。従って薄膜形成中に高次シランは反応領域から速やかに取り除かれることが必要である。

【0005】ところが従来のプラズマCVD装置では、材料ガスを供給するガス供給部は、一般的に、平行平板型電極構造の一方の電極として機能し、かつシャワーヘッド形式のガス供給機構として構成される。ガス供給部は、基板の成膜すべき面の前方に配置され、基板の成膜すべき面に向かって材料ガスを供給する。また反応容器

りの周辺部に設けられている。そのため従来のプラズマCVD装置では、基板の成膜すべき面において材料ガスが中心部から周辺部に向かって流れ、成膜面の中心部に上流側領域が形成され、成膜面の周辺部に下流側領域が形成される。その結果、従来のプラズマCVD装置によれば、高次シランを反応領域から速やかに取り除くことは困難であり、中心付近の膜品質が低下しやすいという問題が生じた。この問題は、基板の面積が大きくなればなるほど顕著になる。太陽電池に利用される薄膜は膜構造の面で特に高い品質を有することが要求される。従来のプラズマCVD装置では上記問題を有することから、かかる要求を満たすことが難しい。

【0006】また前述した従来の各プラズマCVD装置においても、基板に対して供給された材料ガスの流れに関しては、ガス供給口とガス排気口の位置関係に基づいて上流側領域と下流側領域が形成され、前述と同様な問題が生じる。

【0007】本発明の目的は、上記の問題を解決することにより、成膜中に生じた高次シラン等を速やかに反応領域から取り除き、基板の成膜すべき面のいずれの箇所でも同じ条件で成膜を行い、大面積基板の表面に膜品質の高いアモルファスシリコン薄膜を形成するプラズマCVD装置を提供することにある。さらに本発明の目的は、上記のごとき膜品質の高い薄膜によって構成される太陽電池、および当該太陽電池の作製を可能にするプラズマCVD方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】本発明に係るプラズマCVD装置は、上記の目的を達成するため、次のように構成される。プラズマCVD装置は、真空ポンプで所定の真空状態に保持された反応容器内に基板を配置し、基板の成膜すべき面の前面空間に材料ガスを供給し高周波電力で放電励振を行ってプラズマを生成し化学気相成長（CVD）により基板に薄膜を形成するように構成される。上記基板は例えば大型のガラス基板であり、上記薄膜は例えば太陽電池に使用されるアモルファスシリコン薄膜である。プラズマCVD装置では、さらに、複数のガス吐出口を有しかつこれらのガス吐出口を通して基板の前面空間に材料ガスを供給するガス供給体と、複数のガス吸入口を有しかつこれらのガス吸入口を通して周辺のガスを吸入し外部へ排気するガス排気体とが設けられ、複数のガス吐出口と複数のガス吸入口は個々のガス吐出口とガス吸入口が接近するように配置され、ガス供給体とガス排気体は高周波電力が供給される電極として構成される。ガス供給体は反応容器内に配置され、反応容器の内部空間に材料ガスを供給するための構造体である。ガス排気体は反応容器内に配置され、反応容器内に生じた高次シラン等のガスを速やかに外部に排

(4)

特開2000-12471

5

6

口とガス排気体のガス吸入口は個々に近くにあるもの同士で所望の位置関係にて配置されている。上記構成によれば、ガス供給体の複数のガス吐出口の各々から反応容器内に供給された材料ガスは、高周波電力で励振され、プラズマを生成する。また材料ガスが化学反応を生じ、その途中段階で生じた高次シラン等は、ガス排気体における近くのガス吸入口から取り込まれ、ガス排気体を通して外部へ排出される。薄膜形成の際に、高次シラン等は遠やかに反応領域から取り除かれる。このため基板の成膜すべき面の前面空間に形成されたプラズマの領域すなわち反応領域に高次シランが長時間残留することはない。またガス供給体とガス排気体の構造上、基板の成膜すべき面において材料ガスに関し上流側領域と下流側領域は形成されず、基板の表面上では常に同じ成膜条件の領域が形成される。基板の面積が大きくなっても、上記のガス供給体とガス排気体をさらに大型化するだけで、上記状態は変わらない。上記プラズマCVD装置では、さらに好ましくは、ガス供給体は基板に実質的に平行な仮想平面の上に配置される複数の直線状管体で構成され、ガス排気体は仮想平面の上に配置される複数の直線状管体で構成され、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体は実質的に平行に交互に配置され、ガス吐出口とガス吸入口は対向して配置される。上記構成において、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体は梯子形態を有するように構成されることが好ましい。上記構成において、好ましくは、基板は2枚用意され、2枚の基板は平行に配置され、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体が配置される仮想平面は、2枚の記基板の中間位置に設定される。さらにこの構成に関して、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体からなる構造体の両側に基板を配置した構成を1つのユニットとし、このユニットを多層に設けて積層構造とし、各基板の背面側にヒータを設けるように構成することもできる。この構成によれば、同時に多数枚の基板に対して成膜を行うことができるので、生産性をさらに高めることが可能となる。上記構成において、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体の各々の高周波電流経路長は放電励振用の高周波の励振波長の1/2の自然数倍であることが好ましい。上記の構成において、基板の配置方向と、ガス供給用の複数の直線状管体とガス排気用の複数の直線状管体が配置される仮想平面の方向は、鉛直であることを特徴とする。上記の構成において、ガス供給体は基板に実質的に平行な仮想平面の上に配置されかつ同心的位置関係にある複数の環状管体で構成され、ガス排気体は仮想平面の上に配置されかつ同心的位置関係にある複数の環状管体で構成され、ガス供給用の複数の環状管体とガス排気用

されていることを特徴とする。この構成でも、基板を2枚用意し、両面成膜を行うことができる。上記の各構成において、放電を励振する高周波電力の供給は間欠的に行われることが好ましい。太陽電池を作製するための本発明に係るプラズマCVD方法は、基板が配置された反応容器内に材料ガスを供給し、高周波電力で放電励振を行ってプラズマを生成して化学気相成長により基板に薄膜を形成し、太陽電池を作製する方法であり、基板の前面空間のプラズマ中に材料ガスを供給して薄膜形成を行い、プラズマ中に生じた副生成物を、この副生成物の反応容器内での残留時間が短くなるように前面空間で吸引して排気し、副生成物が基板の前記薄膜に付着しないようにした方法である。上記の方法において、上記の副生成物は高次シランガスまたはその粉状物である。さらに本発明に係る太陽電池は、プラズマを作り、材料ガスとしてシランガスを使用し、プラズマCVDにより基板の表面にアモルファスシリコン薄膜を堆積して作製される太陽電池であって、アモルファスシリコン薄膜におけるプラズマ中で生じた副生成物の付着量が低減されていることを特徴とする。この太陽電池において、上記副生成物は高次シランガスまたはその粉状物である。さらに本発明に係る太陽電池は、前述の各プラズマCVD装置によって形成される薄膜を含んで構成されることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0010】図1は本発明に係るプラズマCVD装置の第1実施形態の要部の構造を示し、電極部21の構造と電極部21および基板22の配置関係の一例を示す。プラズマCVD装置の全体の構成は例えば図2に示される。図2に示すごとく、プラズマCVD装置は密閉された構造の反応容器11を備える。反応容器11の内部空間12は、反応容器11の側壁下側に設けられた真空ポンプ13によって排気口14を介して矢印15のごとく排気され、所定の真空状態に保持されている。図1に示した電極部21と基板22は上記反応容器11の内部空間に配置されている。反応容器11において、電極部21は周知の支持機構で支持され、基板22は周知の基板ホルダで保持されている。図1で支持機構および基板ホルダの図示は説明の便宜上省略されている。

【0011】図1に示した構成では、電極部21は一例として直線状の4本の管状電極21a、21b、21c、21dによって構成されている。管状電極21a～21dを形成する管体は例えば円管である。電極部21は、実際の構成では、基板22の面積に応じて4本よりも多い（または少ない）管状電極を用いて構成される。図1では説明を簡単に行うため4本の管状電極が示

(5)

特開2000-12471

7

8

面の上に配置されている。4本の管状電極のうち管状電極21a、21cは、反応容器内の基板22の上面（成膜が行われる面）の前面空間（プラズマ生成領域）に材料ガスを供給するガス供給用の管状電極であり、管状電極21b、21dは前面空間で生じた高次シランのガス（または高次シランのサイズが大きくなった粉状物）などを速やかに外部へ排気するガス排気用の管状電極である。ガス供給用の管状電極21a、21cとガス排気用の管状電極21b、21dは互いに平行であって交互に配置されている。図1において、管状電極21a、21cの左端は開きかつ右端は閉じており、管状電極21b、21dの左端は閉じかつ右端は開いている。管状電極21a、21cの左端には矢印23のごとく材料ガスが供給される。また管状電極21b、21dの右端からは矢印24のごとくガスが排気される。

【0012】管状電極21a、21cの両側の側部には軸方向に沿って複数のガス吐出口25が好ましくは一定間隔で形成されている。ガス吐出口25が形成された管状電極21a、21cの側部は管状電極21b、21dに対向している。ガス吐出口25は小径の孔である。管状電極21a、21cの左端に供給された材料ガスは複数のガス吐出口25から反応容器内に吹出す。一方、管状電極21b、21dの両側の側部には軸方向に沿って複数のガス吸入口26が形成されている。ガス吸入口26が形成された管状電極21b、21dの側部は管状電極21a、21cに対向している。複数のガス吸入口26の各々と複数のガス吐出口25の各々は好ましくは対向し、ガス吸入口とガス吐出口が個々に接近して設けられている。図1では示されていないが、実際の装置では、管状電極21aの手前側に管状電極21aのガス吐出口25に対向するガス吸入口を備えたガス排気用の管状電極が設けられている。この管状電極は図4で管状電極21eとして示されている。管状電極21b、21dのガス吸入口26から吸い込まれたガスは管状電極21b、21dの右端から排気される。上記管状電極21a、21cのガス吐出口25からの材料ガスの吹出し方向、および管状電極21b、21dのガス吸入口26でのガスの吸入方向は、好ましくは基板22の面に対して実質的に平行である。管状電極21a、21cのガス吐出口25からの材料ガスの吹出し、管状電極21b、21dのガス吸入口26でのガスの吸込みの各状態の一例を図4に示す。図4においてガス吐出口25から出た矢印は材料ガスの吹出し状態を示し、ガス吸入口26に向かう矢印はガスの吸込み状態を示している。

【0013】基板22は太陽電池用基板に利用される大きな面積を有する基板であり、例えばガラス基板である。この基板22の上面は成膜すべき面となっており、後述するように、上面の前面空間に放電を励振してプラ

薄膜は太陽電池としての機能を有する薄膜として利用される。なおこの実施形態では、基板およびアモルファスシリコン薄膜は主に太陽電池を構成するものとして説明されるが、本発明に係るプラズマCVD装置で作製される薄膜は太陽電池に限定されるものではない。

【0014】図3に従って管状電極21a～21dからなる電極部21の作用を説明する。本実施形態による電極部21は、本来の電極としての機能を有すると共に、一部が材料ガスを供給する供給手段、他の一部がプラズマ生成領域（反応領域）から高次シランのガスを外部へ排出する排気手段としての機能を有する。管状電極21a～21dは一端が高周波電源31に接続され、他端がアース端子32に接続されている。管状電極21a～21dには高周波電源31から高周波電力が供給される。高周波電力は、基板22の前面空間にプラズマを生成する放電を励振するための電力である。管状電極21a～21dは、同時に、前述のごとく一部（21a、21c）が材料ガスを供給するためのガス供給用管状電極として作用し、他の部分（21b、21d）が不要ガスを排気するためのガス排気用管状電極として作用する。

【0015】図2は電極部21と基板の配置関係に関する他の例を示す。この配置例では電極部21の両側に基板22を配置し、2枚の基板に対して同時に成膜を行う構成となっている。電極部21の構成は図1および図3に基づいて説明した構成と同じであるので、詳細な説明は省略する。電極部21の上下の両側では同じ条件の領域が作られるので、各々の場所に基板22を配置して成膜を行うことが可能である。図2に示した配置例において、電極部21の作用に基づいてプラズマを生成した状態を図4に示す。

【0016】図4において、電極部21の上側と下側に基板22が配置される。各基板22は周囲に設けられたホルダ枠33で支持されている。材料ガスを供給する管状電極21a、21cの複数のガス吐出口25からは矢印のごとく基板表面に平行に材料ガスが吹き出される。材料ガスは例えばSiH₄である。同時に電極部21の管状電極21a～21dおよび管状電極21eの各々には高周波電力が供給され、各管状電極の周囲の空間で放電を励振し、その結果、管状電極の周囲空間でプラズマ34が生成される。

【0017】図4に示された円35の部分を拡大して示すと、図5のようになる。ガス供給用の管状電極21aは、その断面形状で明らかなように、両側の側部に小径のガス吐出口25を有している。ガス吐出口25からは矢印36に示すごとく軸方向に材料ガスが吹き出される。また高周波電力による放電励振の結果、管状電極21aの周囲空間にプラズマ34が生成される。プラズマ34は各管状電極の周囲に生成され、各管状電極ごとの

(6)

特開2000-12471

9

10

となり、その結果、プラズマ34に対向する基板表面には化学気相成長（化学蒸着、CVD）の作用によってアモルファスシリコン薄膜が形成される。プラズマ34が生成された領域では、その化学反応によって高次シランが生成される。そこで管状電極21b、21d、21eでは、複数のガス吸入口26によって矢印に示されるごとくその周辺のガスを吸引し、外部へ排気する。各ガス吸入口26は対応するガス吐出口25に接近させて配置されており、ガス吐出口25から反応領域に吹き出された材料ガスに基づいて生成された高次シランを速やかに外部へ排気し、反応領域から高次シランを取り除いている。

【0019】以上のごとく上記実施形態による電極部21によれば、プラズマCVD装置で例えばS₂H₆の材料ガスを用いて大面積の基板に対してアモルファスシリコン薄膜を形成するとき、基板の成膜すべき面の前面空間のプラズマ生成領域（反応領域）で生成される高次シランのガス等を速やかに取り除くことができ、アモルファスシリコン薄膜の膜品質を高めることができる。電極部21の構造によれば基板表面上で上流側領域と下流側領域を作らず、基板表面のどの箇所でもほぼ同じ成膜条件を作ることができ、このため基板表面に堆積された薄膜の膜品質を均一にすることができる。また上記電極部21の構造によれば、基板の面積がさらに増大しても、ガス供給用およびガス排気用の管状電極を増すだけでよいので、構造的に面積増大に対する対応を容易に行うことができる。電極部21の両側に基板を配置して成膜を行う構成では当然のことながら生産性を2倍にできるという利点がある。

【0020】図6は電極部と基板の配置に関する他の構成例を示す。この例では電極部41の両側に基板22を配置して成膜を行い、かつ電極部41と基板22を鉛直方向（図中垂直方向）に配置した構成を示している。基板22は基板ホルダ42に保持され、鉛直に配置される。基板ホルダ42はアース端子43に接続され、アース電位に保持されている。電極部41は、例えば6本の直線状の管状電極41a～41fから構成される。各管状電極は鉛直方向の仮想平面上に配置され、かつ水平状態であって互いに平行に配置されている。管状電極41a～41fのうち、管状電極41b、41eがガス供給用の管状電極であり、管状電極41a、41c、41d、41fがガス排気用の管状電極である。ガス供給用の管状電極41b、41eでは上下の側部に前述のごとく複数のガス吐出口が形成されている。ガス排気用の管状電極に関しては、管状電極41a、41cでは管状電極41bに対向する側部に前述のごとく複数のガス吸入口が形成されており、管状電極41d、41fでは管状電極41eに対向する側部に前述のごとく複数のガス吸

極部41によって各管状電極の周囲にはプラズマ34が生成され、両側の基板22に対してアモルファスシリコン薄膜の成膜が行われる。

【0021】図6に示した構成を有するプラズマCVD装置でも前述した効果と同等の効果が生じる。さらに電極部および基板を鉛直方向に向けて配置したため、基板表面に付着するダストパーティクルの問題を抑制できる。

【0022】図7は本発明の第1実施形態の変形例を示す。この構成例では、例えば図1に示した電極部を梯子形態で形成している。図7において、電極部51は4本の平行な管状電極51a～51dで構成され、管状電極51a～51dは入口側管状電極51eと出口側管状電極51fによって梯子形態に形成されている。管状電極51a～51fを形成する管体は例えば四角管である。電極部51の下側に基板ホルダ52に保持された基板53が配置されている。基板53は電極部51の上側に配置することもできる。電極部51では、入口側管状電極51eの基端側が高周波電源54に接続され、出口側管状電極51fの先端側がアース端子55に接続されている。

【0023】上記電極部51と図1および図3で説明した電極部21とを対比すると、管状電極51aが管状電極21aに対応し、管状電極51bが管状電極21bに対応し、管状電極51cが管状電極21cに対応し、管状電極51dが管状電極21dに対応している。管状電極51a～51dの構成および相互の関係、基板との位置関係、および作用は、前述した管状電極21a～21dと全く同じであるので、ここでは詳細な説明は省略する。特徴的な構成は図8に示される。入口側管状電極51aから材料ガスが供給されると、この材料ガスはガス供給用の管状電極51a、51cに分配され、管状電極51a、51cの両側の側部に形成された複数のガス吐出口57から吹き出される。複数のガス吐出口57から吹き出された材料ガスに基づき化学反応で高次シランが生成されると、当該高次シランはガス排気用の管状電極51b、51dの両側の側部に形成された複数のガス吸入口58を通して吸引され、出口側管状電極51fを通して外部へ排気される。

【0024】図9は梯子型に構成された電極部51を概念的に示した図である。複数の管状電極は複数本の平行線で表現されており、その本数が増大された例が示されている。管状電極の長さLは実際には例えば約1.2mである。高周波電源54は点59に接続され、アース端子55は点60に接続される。各管状電極は、高周波電源54から供給される高周波電力を分流して流す電流経路（図中1、2、3、…）として機能する。各管状電極の長さ、すなわち電流経路長は、供給される励振用高周

(7)

特開2000-12471

11

【0025】上記構成例に示される電極部51によれば、前述した各利点に加えて、直線状の管状電極51a～51dが入り側管状電極51eと出口側管状電極51fによって梯子形態に形成されるため、構造が一体化され、高周波電力の供給点が一点となって構造が簡易となり、製作が容易になり、装置を安価に製作できるという利点を有する。

【0026】図10は本発明の第1実施形態の他の変形例を示す。この構成例では電極部91を多層構造として形成しており、例えば5層で形成されている。各電極部91は、例えば図6で示した例と同様に縦置き状態（垂直方向）で配置されている。各電極部91は、例えば図3に示された電極部21と実質的に同じ構成を有している。ただし電極部91では直線状の管状電極の本数が多くなっている。各電極部91では材料ガスが供給されかつ高周波電力が供給されることにより各管状電極の周囲にプラズマ92が生成される。各電極部91の両側には、ホルダ枠体93に支持された基板（ガラス基板）94が縦置きで配置されている。基板94における電極部91側の面が成膜面となる。また各基板94の背面側にはヒータ95が配置されている。この装置構成は、電極部91とその両側に配置された基板94とからなる構造体で1つのユニットが構成され、この構造体が5層形成された例となっている。かかる構成によれば、成膜処理の生産性をさらに高めることができる。

【0027】図11は本発明による電極部の第2の実施形態を示す。この実施形態によるプラズマCVD装置で用いられる電極部61は例えば四角環状の複数の管状電極61a、61b、61cによって構成される。管状電極の断面形状は円形であっても四角形であってもよい。管状電極61a～61cは、図示しない基板に平行な仮想平面の上に配置され、かつ図11に示されるごとく大きさを異ならせて内外に位置するように同心的位置関係にて配置されている。管状電極61a～61cはほぼ等間隔に配置されている。中間に位置する管状電極61bはガス供給用の管状電極であり、管状電極61bの内側に配置された管状電極61aとその外側に配置された管状電極61cはガス排気用の管状電極である。管状電極61bには材料ガスが供給され、また管状電極61a、61cの出口側は排気系に接続されている。管状電極61bの両側の側部には例えば等間隔で複数のガス吐出口が形成され、矢印のごとく材料ガスが吹き出される。管状電極61a、61cにおける管状電極61b側の側部

12

器11は下部容器11aと上部容器11bから構成される。下部容器11aと上部容器11bの間には絶縁リング71が介設されている。下部容器11aにはヒータ72を内蔵する基板ホルダ73が設けられる。基板ホルダ73はアースされている。基板ホルダ73の上に基板74が搭載されている。上部容器11bの内部には本発明による電極部75が設けられている。

【0029】電極部75は、基板74に対向する部分に、材料ガスを吹き出す複数のガス吐出口76aとガスを吸引する複数のガス吸入口76bが形成された板材76が設けられる。板材76において、複数のガス吐出口76aとガス吸入口76bは、前述のごとく材料ガスを基板74の前面空間に生成されたプラズマ中に供給しかつ化学反応で生成された高次シラン等が速やかに排気されるように、互いに接近した位置関係で形成されている。上部容器11bの天井部側から供給される材料ガスは、導入部77を通して導入空間78に導入される。材料ガスは、導入空間78に設けられた拡散板79を通り、さらに複数のパイプ状通路80を通して分散状態で上記ガス吐出口76aから基板74の前面空間に供給される。電極部75の中央部には絶縁体81を介して電極棒82が設けられ、電極棒82には高周波電力が供給されている。基板74の前面空間では、高周波電力で放電の励振が行われ、プラズマが生成される。電極部75には排気用空間82が形成されている。基板74の前面空間の反応領域で生成された高次シランはガス吸入口から速やかに吸い込まれ、排気用空間82を通して外部へ排気される。この実施形態による電極部75は、ガス供給用の管状電極、ガス排気用の管状電極を備えていないが、ガス供給用の複数のガス吐出口を有するガス供給体とガス排気用の複数のガス吸入口を有するガス排気体を備えているので、前述の実施形態の構成と実質的に同等の構成を有している。従って本実施形態による構成によっても前述した効果と同様な効果を生じさせることができる。

【0030】上記の各実施形態での高周波電力の供給について説明する。高周波電力の供給は好ましくは間欠的に行われる。大面積の絶縁材基板にプラズマCVD法によってアモルファスシリコン薄膜を成膜する場合には、均一の膜質および膜厚を形成するために、放電を励振する高周波電力を間欠的に供給することが好ましい。高周波電力が印加されている間に、放電空間内で高品質膜のブリッカーとなるSiH₂、の他にSiH₃、等が発生す

(8)

特開2000-12471

13

らしか排気が行われない状態のまま大面積化すると、排気経路が長くなるために、この排気による重合体の排除効率が悪化し、放電休止期間をいたずらに延長する必要性が生じる。このために、実効的な成膜速度を低下させる原因となる。前述の実施形態で説明したように排気を高周波(rf)電極から行うことで、間欠放電法の本来持つ特長を維持したまま、大面積化が可能となる。

【0031】上記実施形態では、主にプラズマCVD装置としての構成・作用という観点で説明が行われたが、上記プラズマCVD装置の作用は太陽電池を作製するためのプラズマCVD方法として把握することができるのは勿論である。また上記のプラズマCVD装置あるいはプラズマCVD方法で作製された太陽電池は、そのアモルファスシリコン薄膜において、成膜の際のプラズマで発生する高次シラン等の副生成物の影響が低減されて、高い膜品質を有しているという特性を有している。従って品質の良い高い性能を有する太陽電池が作製される。

【0032】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、次の効果が生じる。本発明に係るプラズマCVD装置は、プラズマを生成し大面積の基板にアモルファスシリコン薄膜を形成するプラズマCVD装置において反応領域で生成される高次シランのガス等を速やかに排気できる構成を有した電極部を設けるようにしたため、大面積基板に対して膜品質が高いアモルファスシリコン薄膜を形成することができる。このプラズマCVD装置を太陽電池の作製装置として使用すると、アモルファスシリコン薄膜の膜品質を向上することができ、高い性能を有する太陽電池を作製することができる。また太陽電池を作製する本発明に係るプラズマCVD方法によれば、基板の前面空間でガスを吸引して外部へ排気するようにしたため、プラズマ中に生じた高次シランガス等の副生成物が反応容器内に残留する時間を短くでき、副生成物が薄膜に影響を与えるのを防止し、太陽電池の薄膜品質を向上できる。さらに本発明に係る太陽電池は、アモルファスシリコン薄膜における副生成物の付着量が低減され、品質を良好なものにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマCVD装置の電極部の第1実施形態を示し、直線状の管状電極と基板の配置関係の一例を示す斜視図である。

【図2】直線状の管状電極と基板の配置関係の他の例を示す斜視図である。

14

プラズマCVD成膜を行う際の各管状電極の作用を説明する図である。

【図4】図2に示した構成における材料ガスの供給とガスの排気の作用の一例を示す断面図である。

【図5】図4における材料ガスを供給する管状電極の一部を拡大し、材料ガスの供給状態と周囲に形成されるプラズマの状態を示す断面図である。

【図6】基板と管状電極を鉛直方向に配置した構成例(縦置き型)を示す図である。

【図7】材料ガス供給とガス排気を行う管状電極からなる電極部を梯子形態で構成した例を示す斜視図である。

【図8】梯子形態を有する電極部の材料ガス供給とガス排気の各状態を説明する図である。

【図9】梯子形態を有する電極部の実際の構成例を示す図である。

【図10】本発明の第1実施形態で多層構造の縦置き型の例を示す断面図である。

【図11】本発明に係るプラズマCVD装置の電極部の第2実施形態を示し、全体として四角環形状を有する管状電極の例を示す平面図である。

【図12】本発明に係るプラズマCVD装置の電極部の第3実施形態を示す縦断面図である。

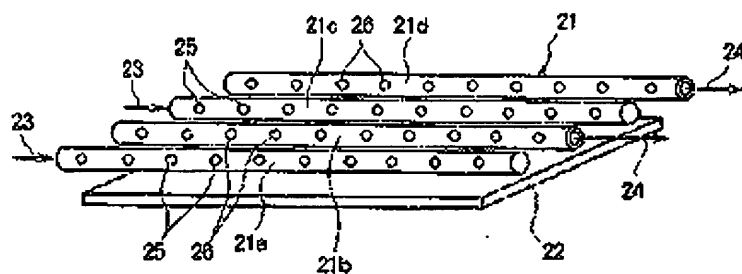
【符号の説明】

11	反応容器
21	電極部
21a, 21c	ガス供給用の管状電極
21b, 21d	ガス排気用の管状電極
22	基板
25	ガス吐出口
26	ガス吸入口
31	高周波電源
34	プラズマ
41	電極部
41a~41f	管状電極
51	梯子型電極部
61	電極部
61a~61c	四角環状の管状電極
74	基板
75	電極部
76a	ガス吐出口
76b	ガス吸入口
91	電極部
94	基板

(9)

特開2000-12471

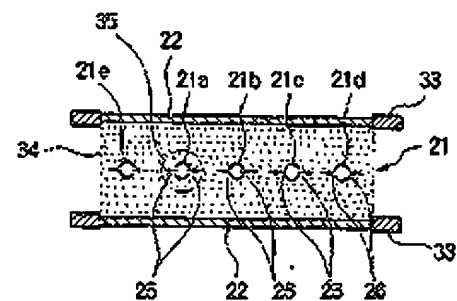
【図1】



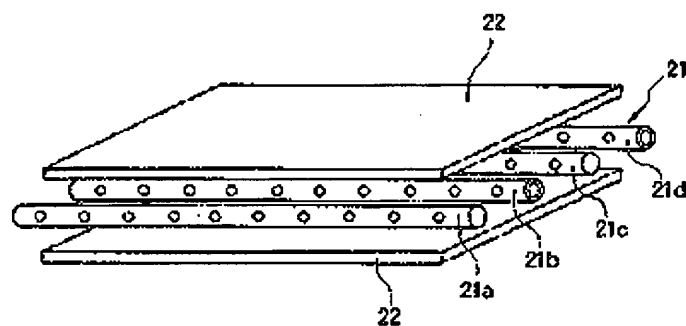
21: 電極部
21a~21d: 管状電極

22: 基盤
25: ガス吐出口
26: ガス吸入口

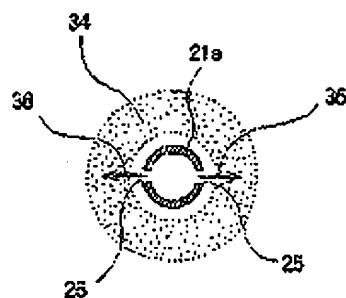
【図4】



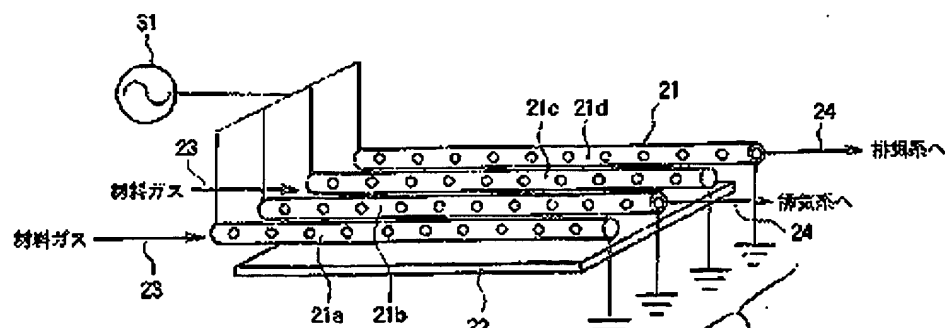
【図2】



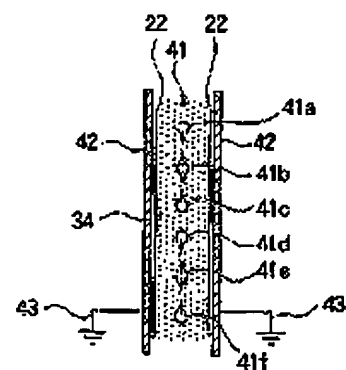
【図5】



【図3】



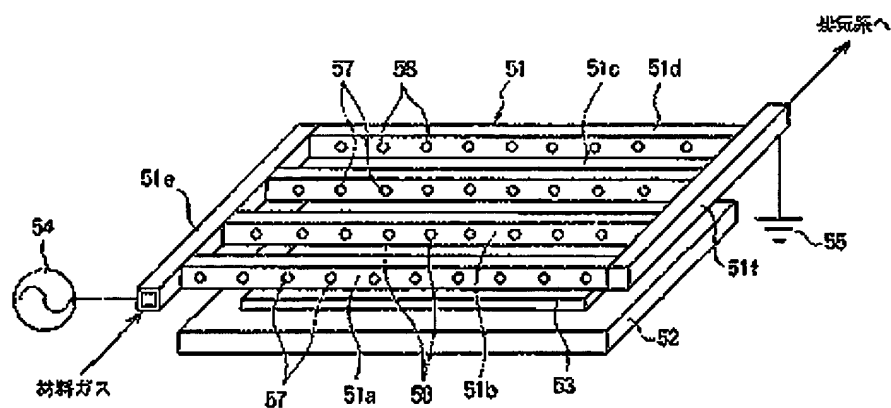
【図6】



(10)

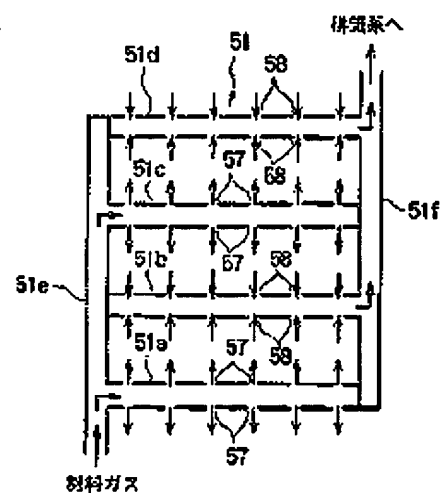
特開2000-12471

【図7】

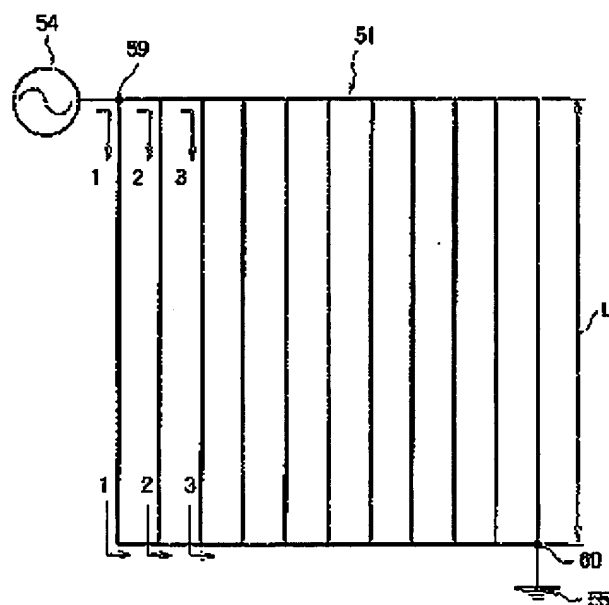


51: 電極部
51a~51f: 電極電圧

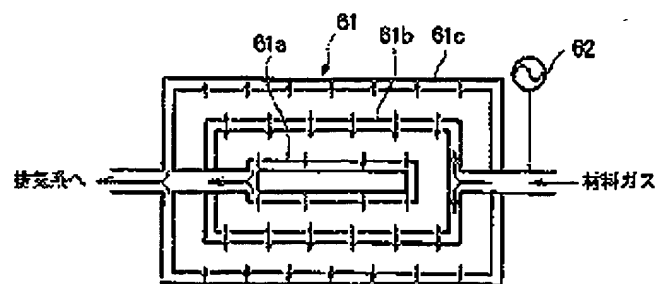
【図8】



【図9】

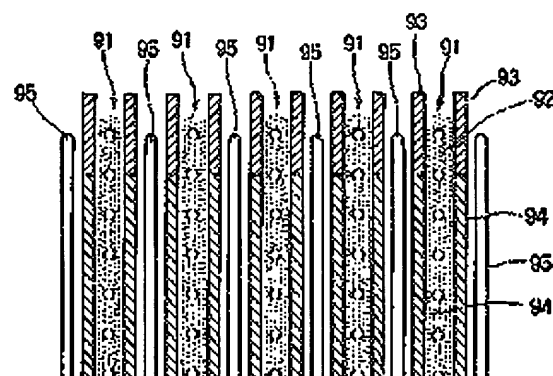


【図11】



51: 電極部
61a~61c: 電極電圧

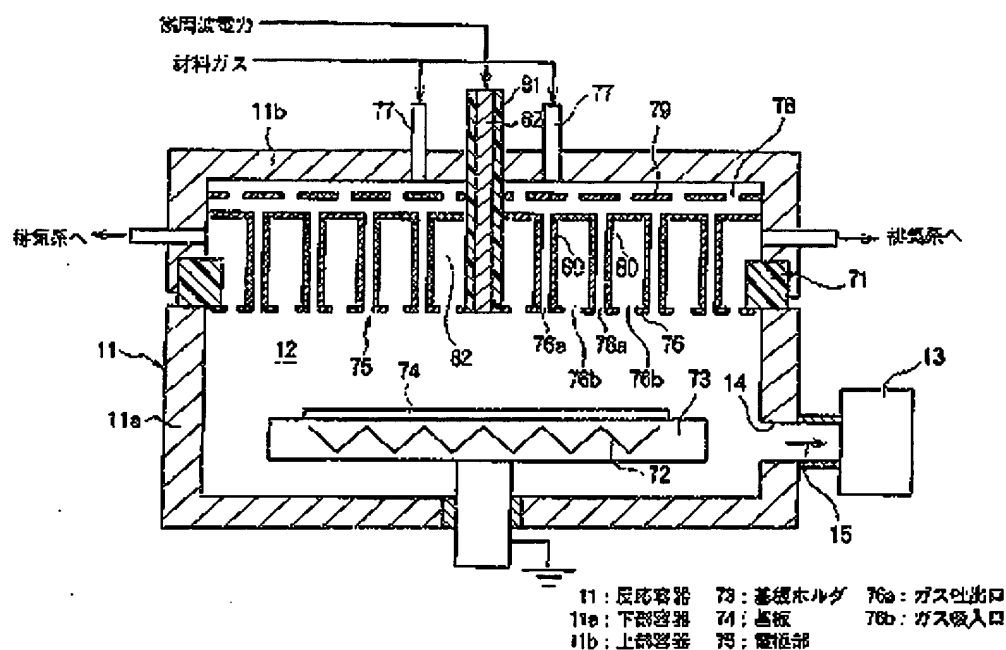
【図10】



(11)

特開2000-12471

【図12】



フロントページの続き

(71)出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74)上記3名の代理人 100094020
 弁理士 田宮 寛社

(72)発明者 松田 彰久
 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技
 術院 電子技術総合研究所内

(72)発明者 渡部 嘉
 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
 パ株式会社内

(72)発明者 山岸 英雄
 大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号
 縫端化学工業株式会社内

(72)発明者 近藤 正隆
 大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号
 縫端化学工業株式会社内

(72)発明者 早川 尚志
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内

Fターム(参考) 4K030 AA06 BA30 CA17 EA05 EA06
 EA11 GA01 KA16 KA17 LA16
 5F045 AA08 AB04 AC01 AF07 BB08
 BB15 CA13 DP13 EF03 EF08
 EF20 EG01 EG05 EH04 EH05
 EH12 EH19
 5F051 AA05 CA07 CA16 CA23 CA24